

порядка 600–1500 Вт/(м²·К), т. е. необходимо использовать переизлучающие вставки, что требует дальнейшей проработки.

УДК 621.438

Исянгильдина Л. Х., Демин Ю. К., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
dyomin.ura@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН ПЕРЕД ОБЖИГОВЫМИ ПЕЧАМИ

В настоящее время мы сталкиваемся с проблемой повышения цен на энергетические ресурсы, что приводит к увеличению их доли в себестоимости конечного продукта. Таким образом, возникает задача наиболее эффективно и полно использовать потенциал сжигаемых топлив.

Обжиговые печи в промышленности являются незаменимыми помощниками при термообработке металла. Обжиг производится продуктами сгорания топлив (природный газ), при этом температура, необходимая для термообработки, часто бывает значительно ниже температуры горения топлива. Для охлаждения продуктов сгорания их разбавляют холодным воздухом. Однако при разбавлении продуктов сгорания происходит рост потерь теплоты с уходящими газами и потеря изначального температурного потенциала.

Данную проблему можно решить охлаждая дымовые газы путем их расширения в газовой турбине (ГТ) с выработкой электрической энергии. Произведенную энергию предприятие может потратить на собственные нужды. Также сокращаются объемы дымовых газов, а следовательно, и потери с дымовыми газами при выходе из печи.

Принципиальная схема с применением газовой турбины (рис. 1).

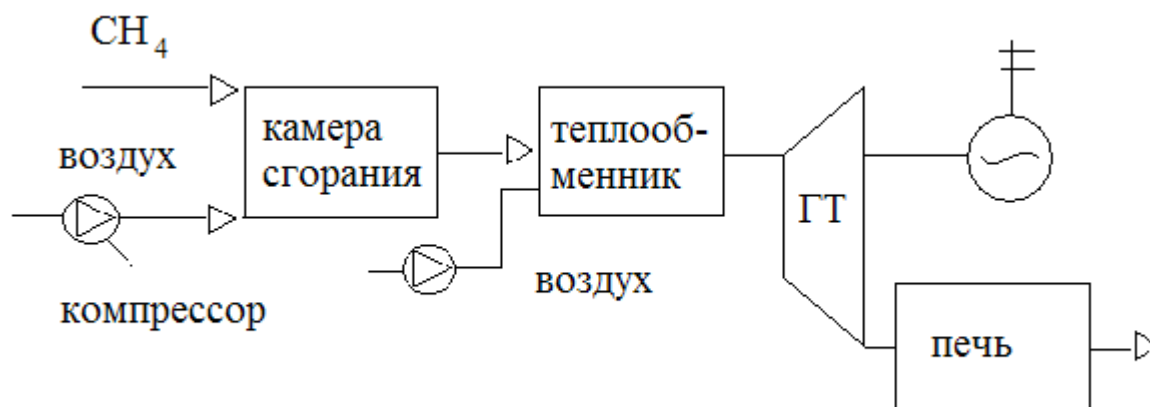


Рис. 1. Принципиальная схема с применением газовой турбины

Для оценки эффекта от применения ГТУ в данной работе рассчитана экономия топлива, получаемая за счет сокращения потерь с уходящими газами из печи, а также собственная генерация электрической энергии по сравнению с выработкой такой же электрической мощности на удаленной электростанции, с учетом затрат на собственные нужды (сжатие рабочего тела).

В расчетах было принято: сжатие в компрессоре – изотермическое, расширение в газовой турбине – адиабатное, сжигаемое топливо – метан, температура горения которого при коэффициенте избытка воздуха равна единице (около 1900 °С), потребителю (обжиговая печь) необходим тепловой поток мощностью 100 МВт, температура газов перед потребителем изменяется в интервале 500÷700 °С, температура дымовых газов на выходе 300 °С. Давление дымовых газов перед потребителем 0,6 МПа, перед газовой турбиной 3 МПа [1]. Температура дымовых газов на выходе из ГТУ равна их температуре на входе у потребителя, КПД удаленной электростанции 40 %, потери в линиях электропередач от электростанции до потребителя 9 %. Температура окружающей среды 20 °С.

Результаты расчетов, в виде экономии топлива, в % от количества, сжигаемого для потребителя без использования ГТУ, представлены в таблице.

Эффективность применения ГТ

Температура у потребителя, °С	500	550	600	650	700
Схема с ГТ					
Температура дымовых газов перед ГТ, °С	923	1001	1078	1156	1233
Мощность ГТ, МВт	90,72	88,55	86,73	85,18	83,84
Мощность компрессора, кВт	106,94	84	68,76	57,92	49,83
Расход условного топлива, кг/с	10,37	7,57	5,75	4,46	3,51
Схема без ГТ					
Мощность компрессора, МВт	58,89	46,45	38,18	32,31	27,92
Расход условного топлива, кг/с	9,01	7,54	6,56	5,87	5,35

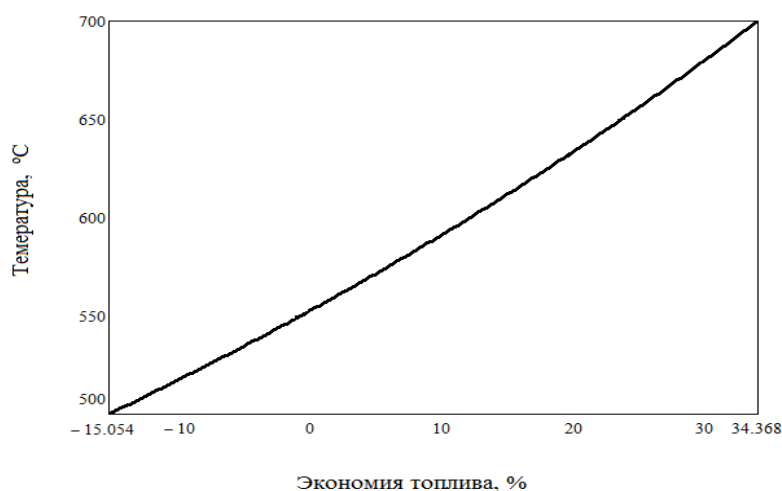


Рис. 2. Зависимость экономии топлива от температуры дымовых газов на входе у потребителя

На рис. 2 отображена зависимость экономии топлива.

Из рис. 2 видно, что экономия может составить 34,4 % от количества топлива сжигаемого для потребителя без использования ГТ.

Таким образом, охлаждение дымовых газов перед печами

за счет применения газовых турбин с генерацией электрической энергии может открыть возможности для значительной экономии топлива по сравнению с раздельной генерацией электрической энергии на удаленной электростанции и охлаждением дымовых газов за счет разбавления их холодным воздухом.

Список литературы

1. Тепловые и атомные электростанции : справочник / М. С. Алхутов, А. Н. Безгрешнов, Р. Г. Богоявленский [и др.]. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 648 с.

УДК 62-831

Казакбаев В. М., Боровских М. О., Нечаев А. В., Прахт В. А.
Уральский федеральный университет,
emf2010@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА

Трехфазный частотно-регулируемый электропривод (ЧРП) составляет значительную часть применяемого в промышленности и коммунальном хозяйстве электропривода. Помимо достижения высоких показателей обслуживаемого технологического процесса, применение ЧРП позволяет также получить значительный эффект энергосбережения. Современные требования к энергоэффективности таких установок регламентируются стандартами Международной энергетической комиссии (ИЕС).

В варианте системы ЧРП, повсеместно реализуемом в настоящее время в РФ, используются асинхронный электродвигатель (АД) класса энергоэффективности IE1 (EFF2) (классы энергоэффективности, согласно ГОСТ Р 54413-2011) и преобразователь частоты (ПЧ), адаптированный для управления АД. Регулирование скорости ЧРП обычно осуществляется по скалярному закону $U/f = \text{const}$. Такой способ регулирования прост и дешев в реализации, обеспечивает достаточный запас перегрузочной способности, не предъявляет повышенных требований к производительности микропроцессора ПЧ и не требует применения датчиков обратной связи в составе привода. Однако энергоэффективность такой конфигурации достаточно сильно падает при необходимости длительной работы привода на скорости ниже номинальной.

На рис. 1,а приведено теоретическое сравнение (по схеме замещения) величины КПД для АД 0,55 кВт, 1500 об/мин при частотном регулировании, для случая работы на насосную нагрузку. Рассмотрены случай регулирования по закону $U/f = \text{const}$ (сплошная линия) и случай регулирования по закону $U/f^2 = \text{const}$ (штриховая линия), который при данной нагрузке оказывается оптимальнее. Второй случай на практике соответствует более сложным векторным системам регулирования, с использованием датчиков обратной связи. Видно,